

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФИДСТОКОВ И СПЕЧЕННЫХ ИНВАРНЫХ СПЛАВОВ

ЦЗЯЦЗЮНЬ ЧЭНЬ¹

Научный руководитель: д. ф-м. н., профессор С.Н. Кульков¹²³

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Национальный исследовательский Томский государственный университет

³Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: tszyatszyun1@tpu.ru

Для реализации получения деталей из инварного сплава методом инъекционного формования или аддитивной технологией необходимо как проведение исследований свойств фидстоков, так и последующего спекания заготовок. Объектами исследования в настоящей работе являются спеченные инварные сплавы Fe₆₅Ni₃₅ цилиндрической формы диаметром 9.5мм высотой 4.5мм, выполненные методом инъекционного формования из фидстока с связующими веществами низкомолекулярного парафина (PW) и высокомолекулярного полипропилена (PP). Цель настоящей работы – исследование структур спеченных материалов, выполненных с разными связующими веществами; определение фазового состава; исследование физико-механических свойств спеченных материалов.

Фидстоки изготовлены из 2-х типов шликера, содержащего разные связующие вещества. Для изготовления шликера металлический компонент и связующее вещество смешаны в объемном соотношении 6:4. В таблице 1 приведены составляющие компоненты и их содержание.

Таблица 1 – Химический состав фидстоков

| № | Металлический состав, масс. % | Связующий состав, об. % |
|---|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | 35%Fe+65%Ni | PW |
| 2 | 35%Fe+65%Ni | 50%PP + 50%PW |

С помощью СЭМ определено распределение размера частиц исходных порошков, средний размер частиц - 0.9 мкм. Затем проводилась механическая активация на планетной мельнице в течение 5 мин. Дифрактограмма, полученная после механической обработки смесей, рисунок 1, показала, что присутствуют в порошке фазы Ni и α-Fe, т.е. фазовый состав сохранился и между компонентами порошковой смеси реакция не происходила. Из расчета получены параметры решетки: $a_{Ni}=3.5229\text{Å}$; $a_{\alpha-Fe}=2.8656\text{Å}$, значения хорошо согласуются с базой данных JCPDS №87-0712 ($a_N=3.524\text{Å}$) и №87-0722 ($a_{\alpha-Fe}=2.866\text{Å}$).

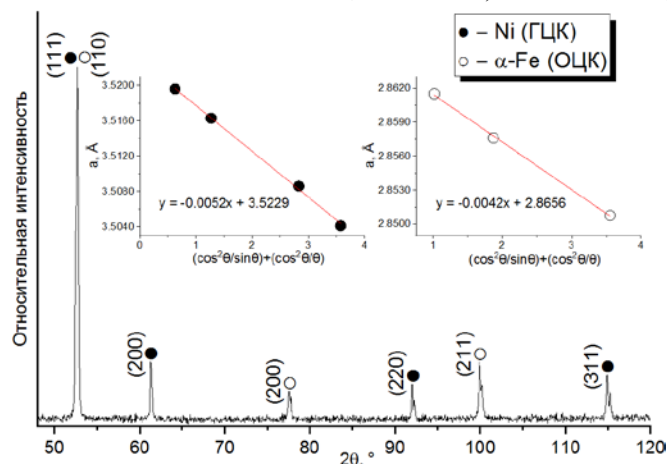


Рисунок 1 - Фрагмент дифрактограммы и экстраполяционные графики

В результате металлографического анализа спеченных образцов наблюдались следующие факты: с повышением температуры спекания пористость всех образцов снижалась, образец, спеченный при 1325°C из фидстока с связующим РР имел наименьшую пористость $P_f=2.7\%$. Полученные образцы имеют явную структуру γ -железа с характерными четкими границами и двойниками по всему объему, такая структура характерна для сплава Fe-Ni [7].

Дифрактограмма, снятая с поверхностей 4-х образцов предоставлена на рисунке 2, для сравнения на дифрактограмме размещены фрагмент дифрактограммы исходных смешанных порошков и стандартные дифракционные пики сплава $Fe_{0.64}Ni_{0.36}$. Дифрактограмма спеченных материалов соответствуют фазе γ -FeNi с ГЦК решеткой. Для определения параметра решетки построены экстраполяционные графики Нельсона-Райли, полученное значение параметра решетки $a_{\gamma-FeNi}=3.5924 \pm 0.0011 \text{ \AA}$, которое хорошо согласуется с базой данных JCPDS №47-1405 ($a=3.5922 \text{ \AA}$), соответственно, инварный сплав получен.

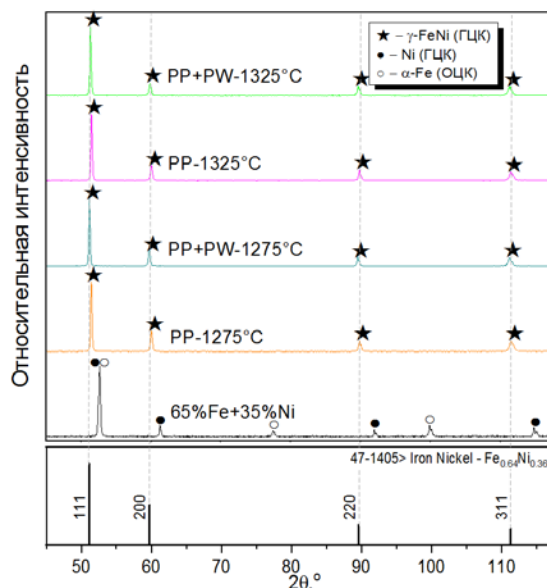


Рисунок 2 - Схема дифрактограмм с стандартными линиями сплава $Fe_{0.64}Ni_{0.36}$

Размеры ОКР и микронапряжения кристаллических решеток определены методом Вильямсона-Холла. Результаты расчета, рисунок 3, показали, что размер ОКР увеличился после спекания, скорее всего это связано с перекристаллизацией и укрупнением размеров субзерен, значения ОКР всех спеченных образцов приблизительно. Изменение микронапряжении после спекания не значительно.

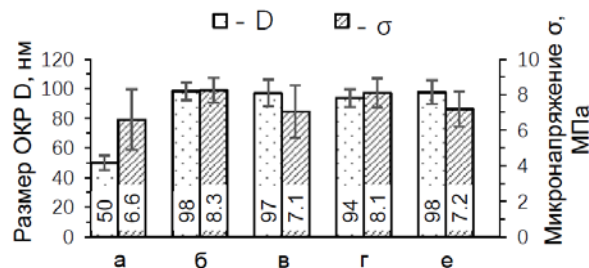


Рисунок 3 - Размеры ОКР и микронапряжения исходных порошков и спеченных материалов с разными связующими: а) исходные порошки; б) с РР+РВ-1275°C; в) с РР-1275°C; г) с РР+РВ-1325°C; е) с РР-1325°C

В рамках исследования получен инварный сплав методом инъекционного формования. Полученные сплавы имеют явную структуру с характерными четкими границами и двойниками по всему объему. Наименьшая пористость $P_v=2.7\%$ наблюдалась на образце, спеченном при 1325°C из фидстока с связующим РР. После спекания образцов произошло фазовое превращение из исходных фаз Ni и $\alpha\text{-Fe}$ в фазу $\gamma\text{-FeNi}$ с ГЦК $a_{\gamma\text{-FeNi}}=3.5924 \pm 0.0011 \text{ \AA}$, размеры ОКР после спекания увеличились.

Данная работа субсидирована Государственным комитетом КНР по управлению фондом обучения за границей.

Список литературы

1. Горелик С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ Учеб. пособие для вузов / С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев; 4-е изд. доп. и перераб.- М.: «МИСИС», 2002., - 360 с.
2. Хуан Дж. Рентгеновская дифракция поликристаллических материалов: основы, методы и применения / Пекин.: Металлургия, 2012, 283 с.
3. Хабас Т.А. Рентгенофазовый анализ Методические указания / Томск, изд. ТПУ, 2007. -40 с.
4. Кульков С.Н. Современные методы анализа в материаловедении: учебное пособие / Томск: Изд-во ТПУ, 2011. -84 с.
5. Чэнь Чж., Современные технологии порошковой металлургии/ Пекин.: Химическая промышленность, 2013. -488 с.
6. E.A. Darenskaia, Influence of binding composition on the structure and properties of steel work-pieces obtained by injection moulding, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 175 (2017) 012-035.
7. Michler, T. (2014). Influence of gaseous hydrogen on the tensile properties of Fe–36Ni INVAR alloy. International Journal of Hydrogen Energy, 39(22), 11807–11809. doi:10.1016/j.ijhydene.2014.05.133

ВЫСОКОТЕРМОСТОЙКИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ ПОЛИ(о-ГИДРОКСИАМИДЫ)

Ю.В. ШАГАЙКО¹, Г.К. ЛЕБЕДЕВА², Л.И. РУДАЯ¹ А.Ю. МАРФИЧЕВ²

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)

²Институт высокомолекулярных соединений РАН
E-mail: juliajuly95@mail.ru

Проблема создания полимерных связующих высокотермостойких полифункциональных материалов для микро-, наноэлектроники и электротехники решается различными путями, из которых в качестве основных можно выделить синтез новых макромолекул, а также модификацию и целенаправленное структурирование известных, уже используемых полимеров различной химической природы. В ряду широко востребованных высокотермостойких полимерных связующих видное место занимают полиимиды (ПИ) и их форполимеры - поли(амидокислоты) (ПАК) - продукты реакции поликонденсации диангидридов тетракарбонных кислот ароматического ряда и ароматических диаминов. При всех положительных характеристиках (термостойкость 400°C , высокая плазмо- и химической стойкость) ПАК являются весьма чувствительными к гидролизу, срок хранения их растворов и композиций невелик, причем хранение должно осуществляться при низких температурах, как правило, в морозильной камере.